



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA  
FACOLTÀ DI MEDICINA VETERINARIA

SCUOLA DI SPECIALIZZAZIONE IN “PATOLOGIA E CLINICA  
DEGLI ANIMALI D’AFFEZIONE”

**Blocco paravertebrale del plesso brachiale mediante tecnica  
ecoguidata in corso di chirurgia ortopedica dell’arto  
anteriore nel cane**

Candidato:  
Dott.<sup>ssa</sup> Valentina Andreoni

Relatore: Dott.<sup>ssa</sup> Angela Briganti

Correlatore: Prof.<sup>ssa</sup> Gloria Breggi

*ANNO ACCADEMICO 2013-2014*

*Alla mia famiglia*



# INDICE

RIASSUNTO/ABSTRACT .....	5
INTRODUZIONE .....	6
CAPITOLO 1: ANESTESIA LOCOREGIONALE .....	7
1.1 STORIA DELL'ANESTESIA LOCOREGIONALE .....	7
1.2 FARMACOLOGIA TOSSICOLOGIA .....	8
1.3 MATERIALI .....	13
1.4 PREPARAZIONE DEL PAZIENTE .....	14
CAPITOLO 2: L'USO DELL'ECOGRAFO NELL'ANESTESIA LOCOREGIONALE .....	15
2.1 FISICA E TECNOLOGIA DELL'ECOGRAFIA .....	15
2.2 STRUMENTI .....	17
2.3 VANTAGGI DELL'ECOGRAFIA PER IL BLOCCO NERVOSO PERIFERICO ...	18
CAPITOLO 3: BLOCCO NERVOSO DEL PLESSO BRACHIALE .....	19
3.1 ANATOMIA .....	19
3.2 PUNTI DI REPERE E TECNICHE USATE .....	20
3.3 MATERIALE E STRUMENTI .....	24
3.4 COMPLICAZIONI .....	25
CAPITOLO 4: STUDIO CLINICO .....	26
4.1 INTRODUZIONE .....	26
4.2 MATERIALE E METODI .....	27

4.2.1 FASE I - STUDIO ANATOMICO .....	27
4.2.2 FASE II - STUDIO CLINICO .....	30
4.3 RISULTATI.....	32
4.4 DISCUSSIONE.....	36
4.5 CONCLUSIONI.....	39
BIBLIOGRAFIA .....	40

# RIASSUNTO

**Obiettivo:** Valutazione dell'efficacia analgesica intraoperatoria di un blocco paravertebrale del plesso brachiale in corso di chirurgia ortopedica dell'arto anteriore nel cane.

**Animali:** Dieci cadaveri (studio anatomico).

Dieci cani di proprietà (studio clinico) pervenuti presso l'Ospedale Didattico 'Mario Modenato' per essere sottoposti a chirurgia ortopedica dell'arto anteriore.

**Materiali e Metodi:** Lo studio anatomico (Fase I) è stato effettuato su entrambi gli arti toracici di dieci cadaveri di cani adulti dal peso di  $25 \pm 10$  kg. I cadaveri sono stati posizionati in decubito laterale destro e poi sinistro con la regione scapolare inferiore elevata mediante l'ausilio di un materasso. Il blocco nervoso paravertebrale è stato eseguito a livello di C6, C7, C8, T1, inoculando nuovo blu di metilene (NBM) al 2%. La regione cervicale è stata in seguito dissezionata e le aree colorate identificate.

Nello studio clinico (Fase II) i pazienti, di età media  $3.9 \pm 3.7$  anni, dal peso medio  $23 \pm 8.7$  kg, sono stati premedicati con acepromazina  $10 \mu\text{g/kg}$  per via intramuscolare e indotti con fentanile  $5 \mu\text{g/kg}$  e propofol  $4 \text{ mg/kg}$  per via endovenosa. I pazienti sono stati intubati e mantenuti in ossigeno 100% e isoflurano. In seguito all'induzione tutti i soggetti sono stati sottoposti a blocco del plesso brachiale per via paravertebrale attraverso neurolocalizzazione ecoguidata di C6, C7, C8, T1, mediante somministrazione di ropivacaina allo 0,5% a un volume di  $0,05 \text{ ml/kg}$  per nervo.

Nel corso dell'anestesia sono stati monitorati a intervalli di cinque minuti i seguenti parametri: frequenza cardiaca (FC), elettrocardiografia (ECG), pressione arteriosa sistolica, diastolica e media (iPAS, iPAD, iPAM), saturazione parziale dell'Hg ( $\text{SpO}_2$ ), frequenza respiratoria (FR), concentrazione d'isoflurano a fine espirazione (EtIso), anidride carbonica a fine espirazione (EtCO<sub>2</sub>) e temperatura esofagea (T°).

I soggetti che hanno mostrato un incremento superiore al 20% dai valori basali dei parametri FC e iPAM, sono stati trattati con iniezione venosa di fentanile  $2,5 \mu\text{g/kg}$  fino al ripristino dei valori normali dei suddetti parametri.

**Risultati:** Fase I: dallo studio anatomico è stato evidenziato che le emergenze dei nervi C6, C7, C8 e T1 sono ben visibili ecograficamente e una soluzione al 2% di blu di metilene al volume di  $0,05 \text{ ml/kg}$  per punto è risultata efficace nel colorare adeguatamente ogni tronco nervoso. Il posizionamento di un supporto sotto la spalla inferiore è risultato indispensabile per poter somministrare il colorante mediante tecnica ecoguidata. Il punto di repere essenziale da ricercare nell'immagine ecografica è risultato essere la prima costa.

Fase 2: mediante valutazione statistica dei dati si evidenzia che i parametri clinici monitorati durante la procedura chirurgica non hanno mostrato differenze significative tra i tempi. La concentrazione media d'isoflurano a fine espirazione è variata da 1,2 e 1,07 vol.%. Due soggetti su dieci hanno ricevuto da uno a tre boli di fentanile alla dose di  $2,5 \mu\text{g/kg}$  durante la procedura; tre soggetti su 10 hanno ricevuto una infusione di fentanile con un dosaggio compreso tra 3 e  $5 \mu\text{g/kg/hr}$ , mentre cinque soggetti non hanno richiesto analgesia aggiuntiva durante tutta la procedura chirurgica. Il risveglio è stato buono in tutti i soggetti.

**Conclusioni:** La tecnica di anestesia locoregionale presentata in questo studio, si è rivelata idonea nel garantire un buon livello di analgesia intraoperatoria in corso di chirurgia ortopedica dell'arto anteriore in buona parte dei soggetti trattati, tuttavia il basso numero dei soggetti esaminati e una maggior esperienza da parte dell'operatore potrà consentire il miglioramento della tecnica locoregionale.

**Parola chiave:** blocco paravertebrale, plesso brachiale, ropivacaina, cane, arto anteriore.

**Objective:** To evaluate the analgesic efficacy of a paravertebral nerve block undergoing orthopaedic surgery of the forelimb in the dog.

**Animals:** Ten cadavers (anatomical study)

Ten client owned dogs (clinical study) referred at Veterinary Teaching Hospital 'Mario Modenato' to receive orthopaedic surgery on the forelimb.

**Methods:** The anatomical study (Phase I) was performed on both forelimbs of ten adult cadaver dogs weighing  $25 \pm 10$  kg (mean  $\pm$  SD). All cadavers were positioned on right and then left lateral recumbency through the elevation of the inferior scapular region by a mattress.

The paravertebral nerve block was performed at the level of C6, C7, C8, T1 injecting 2% new methylene blue (NMB). Necroscopy examination was carried out and the colored area identified.

In the clinical study (Phase II) all dogs aged  $3.9 \pm 3.7$  years old and weighing  $23 \pm 8.7$  kg were premedicated with acepromazine  $10 \mu\text{g/kg}$  intramuscularly and induced with fentanyl  $5 \mu\text{g/kg}$  and propofol  $4 \text{ mg/kg}$  intravenously. All dogs were intubated in 100% oxygen and isoflurane or sevoflurane. Following induction all dogs received a paravertebral brachial plexus block of C6, C7, C8, T1 nerves under ultrasound guidance; 0,5% ropivacaine was used at  $0.05 \text{ ml/kg}$  per nerve.

Under general anaesthesia heart rate (HR), electrocardiography (ECG), invasive arterial systolic, diastolic and mean pressure (iSBP, iDBP, iMAP), oxygen saturation ( $\text{SpO}_2$ ), respiration rate (RR), end-tidal Isoflurane (Et ISO), end tidal carbon dioxide and oesophageal temperature (T°), were all recorded at 5 minutes intervals.

The patients who showed a sudden increase of HR and iMAP, compared to baseline values, were treated with an intravenous injection of fentanyl at  $2,5 \mu\text{g/kg}$  up to restore normal values.

**Results:** Phase I: C6, C7, C8, T1 nerve could be easily recognized by the ultrasound image and the 2% NBM solution at the dose of  $0.05 \text{ ml/kg}$  per nerve was enough to dye each target nerve. The elevation of the dependent scapula was an important requisite to administer the dye solution by ultrasound technique. The first ultrasound landmark is the first rib.

Phase II: data were evaluated by statistical analysis and no significant differences appeared with regard to the time of clinical monitoring. The Et Iso varied between 1,2 e 1,07 vol.%. Two patients out of 10 received 1 to 3 fentanyl bolus at  $2,5 \mu\text{g/kg}$  over the procedure; 3 patients out of 10 received a variable rate infusion of fentanyl ranging between 3 to  $5 \mu\text{g/kg/min}$ , while 5 patients did not received rescue analgesia during the entire surgical procedure. Recovery was uneventful in all patients.

**Conclusions:** The locoregional technique presented in this study was proved to be suitable to ensure intraoperative analgesia in dog undergoing orthopaedic surgery of the forelimb. However the low number of patients and the operator experience could certainly improve the performance of this locoregional technique.

**Keywords:** paravertebral block, brachial plexus, ropivacaine, dog, forelimb.

## INTRODUZIONE

L'anestesia loco-regionale nell'ambito della chirurgia ortopedica veterinaria, è ormai ritenuta il "gold standard" grazie ai numerosi vantaggi che essa offre nel periodo perioperatorio in toto.

Tra i principali vantaggi di questa metodica è evidente come la diretta visualizzazione della diffusione dell'anestetico locale rispetto alle strutture nervose limiti i danni vascolari, tissutali e nervosi.

L'uso dell'ecografia in anestesia, permette l'esecuzione di blocchi nervosi periferici in modo più rapido e sicuro rispetto alle tecniche che si affidano all'uso dei punti di repere anatomici osteo-mio-vascolari rilevabili al tatto, oppure alla ricerca delle clonie muscolari quando s'introduce l'uso del neurolocalizzatore che non consente nessuna visualizzazione dell'ago rispetto alle strutture neuro vascolari.

I vantaggi della tecnica sono tuttavia accompagnati dagli svantaggi costituiti dalla necessità di avere un'adeguata attrezzatura (ecografo, aghi spinali, cateteri a permanenza ecc.) e soprattutto dall'esperienza a dell'operatore con la tecnica locoregionale utilizzata.

Lo scopo di questo lavoro è di valutare l'efficacia del blocco del plesso brachiale nel periodo intraoperatorio mediante approccio ecografico paravertebrale, utilizzando ropivacaina allo 0,5% durante chirurgia ortopedica dell'arto anteriore nel cane.

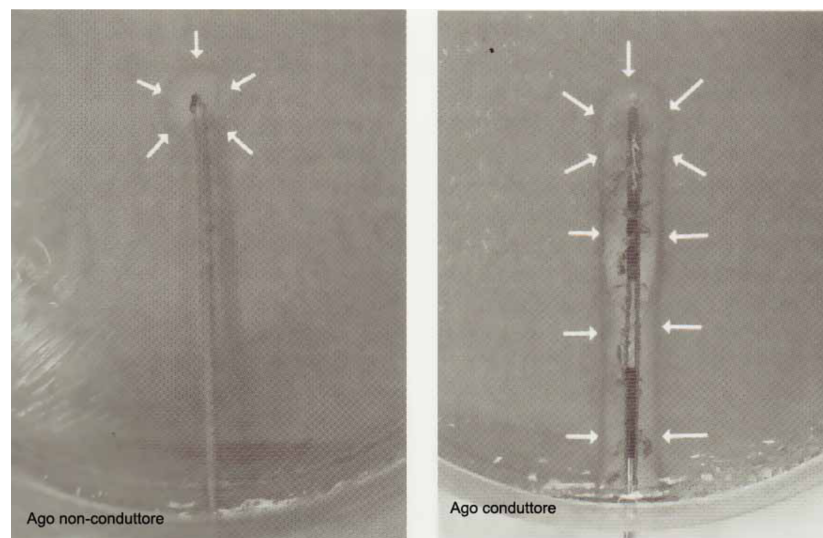
# Capitolo1

## ANESTESIA LOCOREGIONALE

### 1.1 Storia dell'anestesia locoregionale

I primi studi effettuati sulla neurolocalizzazione, risalgono al 1912 quando Georg Clemens Perthes fu il primo autore a descrivere la localizzazione di un nervo mediante il passaggio di corrente elettrica attraverso un ago inserito nella cute. I suoi studi vennero in seguito (1962) ripresi da Greenblatt e Denson che svilupparono un neurostimolatore munito di batteria (1964) che divenne il 'gold standard' nell'anestesia locoregionale degli anni '80.

Ford et al. (1984) introdussero in campo medico l'uso degli aghi non-conduttori, ossia aghi in cui la corrente elettrica è rilasciata solo a livello della punta dell'ago medesimo (Fig 1.1).



**Fig. 1.1:** Small Animal Regional Anaesthesia and Analgesia- Campoy L.- Read M.

L'ago non-conduttore (o anche detto isolato) ha un'area di conduzione limitata solo alla punta, lo stelo dell'ago è rivestito da materiale isolante (Teflon), in questo modo basse intensità di corrente possono essere utilizzate per localizzare il nervo.

L'ago conduttore ha un'area di conduzione molto ampia e per questo motivo, è possibile stimolare un nervo a distanza, anche oltrepassandolo. Ciò potrebbe dar

luogo a errata inoculazione dell'agente anestetico lontano dal nervo cercato, con il risultato di un blocco nervoso fallimentare.

Verso la fine degli anni '70, in campo umano si ricorse all'applicazione di un blocco del plesso brachiale per via sovraclaveare da parte di due anestesiti sudafricani (La Grange e Foster, 1978) mediante l'ausilio dell'ecografia, sfruttando l'effetto Doppler. I due anestesisti si limitarono a descrivere le strutture vascolari circostanti, i nervi. La tecnica fu in seguito ripresa da Abramowitz et al. nel 1981 e da Kestenbaum et al. nel 1990. Quest'ultimo aprì la strada a un nuovo approccio all'anestesia locoregionale basata sulla visualizzazione diretta del nervo interessato mediante visione ecografica, riducendo rischi e aumentando sicurezza per il paziente.

## **1.2 Farmacologia tossicologia**

Gli anestetici locali bloccano (in modo transitorio e reversibile) la conduzione nervosa modificando la propagazione del potenziale d'azione a livello dell'assone. La membrana neuronale a riposo è caratterizzata da un gradiente elettrochimico (da -50 a -90 mV) garantito dall'azione della pompa Na-K ATPasi-dipendente. La membrana della fibra nervosa, da una condizione di riposo, in seguito alla corrente del potenziale d'azione, consente l'ingresso massivo di ioni sodio al suo interno, modificando il potenziale di membrana da negativo a positivo. La corrente di depolarizzazione nel momento in cui tutta la superficie della membrana è depolarizzata, innesca modificazioni strutturali del canale sodico impedendo così un ulteriore ingresso di  $\text{Na}^+$  con conseguente inattivazione dell'eccitabilità di membrana (periodo refrattario). All'interruzione della corrente sodica segue la fuoriuscita dalla cellula di ioni  $\text{K}^+$  in numero uguale a quello di ioni  $\text{Na}^+$  penetrati nella fase di depolarizzazione.

Il canale rapido del sodio è il recettore specifico su cui agiscono gli anestetici locali; le molecole d'anestetico, una volta attraversata la membrana cellulare della fibra nervosa, si legherebbero a un recettore presente sulla faccia interna della membrana, di fatto impedendo l'ingresso massivo di ioni  $\text{Na}^+$  e quindi la fase di depolarizzazione. Il blocco della trasmissione elettrica neuronale è determinato dalla concentrazione critica dell'anestetico locale e dalla lunghezza della fibra bagnata dall'agente. Per determinare un blocco dell'impulso nervoso, il numero minimo di nodi di Ranvier,

che deve essere bagnato dall'anestetico locale è tre, indipendentemente dal diametro della fibra. Campoy et al. (2010) riporta nel cane un volume di 0,3 e di 0,05 ml/kg sia sufficiente per produrre il blocco del plesso brachiale e del nervo sciatico rispettivamente.

Come è noto le fibre nervose si distinguono per la presenza o meno di mielina e per la variazione del loro diametro in:

- fibre del gruppo A: grandi, mieliniche, fibre somatiche responsabili della trasmissione nervosa attraverso il tatto e la pressione (da parte dei meccanocettori), così come fibre modulatorie del tono muscolare e l'attività riflessa;
- fibre del gruppo B, sono piccole, mieliniche, coinvolte nella modulazione del tono muscolare a livello della muscolatura liscia vascolare;
- infine le fibre del gruppo C sono piccole, amieliniche, che portano l'informazione attraverso la stimolazione dei meccanocettori e dei termocettori.

Queste ultime, trasportano l'informazione in modo lento poiché sono amieliniche a differenza invece delle fibre del gruppo A delta che sono fibre veloci essendo costituite da mielina.

Nel 1929 Gasser e Erlanger descrivevano l'attività degli agenti anestetici locali nel bloccare selettivamente alcune fibre e non altre, cosiddetto 'blocco selettivo'. Evidenza scientifica conferma che le fibre A delta sono più suscettibili al blocco da parte degli anestetici locali rispetto alle fibre del gruppo A (Aalfa e Abeta). Tuttavia, l'abilità dei differenti agenti nell'indurre blocco sensitivo non è completamente basata sulla grandezza della fibra nervosa. Preferenzialmente farmaci come bupivacaina, levobupivacaina e ropivacaina, sono farmaci capaci di provocare preferenzialmente un blocco delle fibre A delta e C a dosaggi molto bassi (0,125-0,25%) producendo un blocco sensoriale. Tuttavia questo effetto non dipende solo dall'agente utilizzato ma anche dalla sua concentrazione.

Dal punto di vista chimico, gli anestetici locali sono costituiti da:

- un polo lipofilo, rappresentato da un anello aromatico responsabile della

liposolubilità del prodotto;

- un polo idrofilo, che condiziona la diffusione della forma ionizzata della molecola (in dipendenza del pKa e del pH)

- una catena intermedia, idrossicarboniosa che per la presenza di un legame amidico o estereo, permette la classificazione degli anestetici locali in due gruppi:

- amino-esteri: cocaina, benzocaina, procaina, clorprocaina, tetracaina, (metabolizzati rapidamente dalle pseudocolinesterasi plasmatiche);
- amino-amidi: lidocaina, mepivacaina, prilocaina, bupivacaina, etidocaina, ropivacaina, levobupivacaina (metabolizzati per dealchilazione ossidativa nel fegato).

La maggior parte degli anestetici locali è impiegata come miscela racemica, molecola in cui sono presenti entrambi gli enantiomeri. Fanno eccezione la ropivacaina e la levobupivacaina, disponibili come enantiometri puri, poiché più potenti e meno tossici rispetto alla forma racemica.

Le caratteristiche di questi agenti sono:

- potenza: capacità di passare la membrana nervosa (liposolubilità)
- durata d'azione: correlata all'affinità di legame con le proteine dei recettori
- tempo di latenza: legato alle proprietà chimico-fisiche della molecola (pKa e liposolubilità).

I fattori che ne determinano l'assorbimento sono:

- punto d'iniezione: densità vascolare, proprietà fisico-chimiche dell'anestetico stesso;
- proprietà fisico-chimiche: liposolubilità, pKa, legame proteico, affinità tissutale e peso molecolare;
- caratteristiche fisiche: volume, concentrazione, velocità di iniezione.

La ropivacaina è un anestetico locale di tipo amidico con struttura chimica simile a quella della bupivacaina e della mepivacaina. È preparato come s-isomero piuttosto che come una miscela racemica come la bupivacaina. L'uso di s-isomeri (ropivacaina,



levobupivacaina) piuttosto che di miscele racemiche in genere riduce la tossicità sistemica di una molecola. Tra le proprietà fisico-chimiche, il pKa e il legame proteico (95%) sono comparabili a quelle della bupivacaina.

L's-isomero sembrerebbe, in vitro, dotato di minori effetti negativi sull'elettrofisiologia cardiaca e sul SNC. I risultati di uno studio condotto su un preparato muscolare di fibre di Purkinje, hanno mostrato che la bupivacaina causa la maggiore depressione sull'eccitabilità e sulla conduzione cardiaca, la lidocaina ha il minore effetto depressivo, mentre la ropivacaina occupa una posizione intermedia tra i due anestetici.

Paragonata alla bupivacaina, la ropivacaina, infatti, possiede (alla stessa concentrazione sierica):

- minore blocco motorio quando utilizzata a basse concentrazioni (0,25-0,33%)
- minore tossicità cardiaca
- minore liposolubilità
- simile blocco sensitivo
- onset lievemente inferiore (15')

La ropivacaina, quindi, sarebbe dotata di un blocco differenziale (blocco sensitivo > blocco motorio) maggiore della bupivacaina. Infine un'altra proprietà interessante della ropivacaina è quella per cui diversamente da altri anestetici locali, il farmaco ha minime proprietà vasodilatatrici.

## **Tossicità degli anestetici locali**

Come detto in precedenza, l'azione degli anestetici avviene a livello dei canali rapidi del sodio, attraverso l'interruzione dell'impulso e la propagazione del potenziale d'azione. Tuttavia questo effetto non è limitato solo all'azione nervosa, ma un aumento della dose del farmaco può comportare un assorbimento sistemico con conseguente tossicità.

Un'elevata concentrazione sierica può presentarsi quando il calcolo della dose di farmaco iniettato è errato, soprattutto negli animali di piccola taglia, oppure in seguito ad accidentale somministrazione intravascolare e ancora quando gli agenti

anestetici sono somministrati in pazienti con ridotto metabolismo epatico (insufficienza epatica o renale, shunt portosistemici).

La tossicità sistemica degli anestetici locali si manifesta inizialmente con complicazioni di tipo neurologico seguita da complicazioni cardiovascolari e respiratorie (Tabella 1.1)

Nistagmo
Mioclonie
Tremori o convulsioni
Depressione del sistema nervoso (incoscienza, coma)
Ipotensione (funzione sistolica depressa, vasodilatazione, bradicardia)
Alterazioni del ritmo cardiaco (aumento dell'ampiezza del QRS, bradicardia, CVP, fibrillazione ventricolare)
Arresto respiratorio
Morte

**Tabella 1.1:** Segni clinici di tossicità da anestetici locali

Gli effetti collaterali compaiono in maniera proporzionale alla concentrazione plasmatica dell'anestetico. L'effetto neurologico è dovuto alla caratteristica liposolubilità degli agenti anestetici che attraversando la barriera ematoencefalica, causano depressione delle vie nervose corticali, producendo disinibizione delle vie eccitatorie con conseguente agitazione, disorientamento, attività convulsiva.

La tossicità neurologica può essere trattata con l'uso di benzodiazepine e/o propofol.

La tossicità cardiovascolare è caratterizzata da depressione dell'automaticità miocardica con riduzione della durata del periodo refrattario. I sintomi più evidenti a dosaggi maggiori di 14 mg/kg sono: aumento del tratto PR, aumentata ampiezza del QRS, bradicardia severa, presenza di complessi ventricolari prematuri, o combinazione di questi, fino ad arrivare a fenomeni di blocchi atrioventricolari di terzo grado per la depressione del nodo seno-atriale e atrio-ventricolare e a fenomeni di rientro con tachicardia e fibrillazione ventricolare.

La tossicità cardiovascolare si tratta mediante somministrazione d'intralipid, un'emulsione lipidica che si è dimostrata capace nel trattamento di cardiotossicità indotta da bupivacaina in precedenti modelli sperimentali; l'intralipid presenta la capacità di modificare le caratteristiche idrofobiche del sangue permettendo così al

farmaco anestetico di migrare dal miocardio al sangue.

### **1.3 Materiali**

I materiali utilizzati per compiere l'anestesia locoregionale sono:

- aghi spinali
- aghi da neurolocalizzazione
- aghi Tuohy e siringhe a bassa resistenza
- siringhe
- neurolocalizzatore
- ecografo con sonda lineare ad alta frequenza (7-15 MHz).

Parleremo in questo capitolo degli aghi spinali per i quali sono richieste specifiche conoscenze da parte dell'anestesista.

Ci sono molti tipi di aghi utilizzati in Medicina Veterinaria, tuttavia la forma di questi può influenzare l'abilità dell'anestesista ad apprezzare i diversi piani tissutali che s'incontrano durante l'avanzamento dell'ago, durante il blocco anestetico.

Gli aghi ipodermici sono disegnati per penetrare la cute con minima resistenza, sono caratterizzati nell'avere un bisello di quindici gradi con estremità tagliente in modo da non consentire all'operatore di apprezzare i tessuti attraversati. Durante l'approccio in prossimità del nervo che deve essere bloccato, si può incorrere in danni a carico del tessuto nervoso con lacerazione dell'epinervio o per mezzo d'iniezioni intraneurali involontarie.

Gli aghi spinali studiati per l'anestesia epidurale e/o spinale sono costituiti da un mandrino, che non permette la risalita di tessuti lungo lo stelo dell'ago, di varie lunghezze e diametri (3,8; 6,35; 8,9 cm e 22-20 gauge rispettivamente).

Il bisello di questi aghi è di circa 30-45 gradi e l'estremità meno tagliente, permette quindi un maggior attrito durante il passaggio tra i tessuti e quindi consente di apprezzare, il passaggio attraverso la cute, il legamento, il tessuto adiposo, garantendo l'acquisizione di una certa abilità "tattile" all'anestesista, competente di riconoscere i tessuti penetrati dall'ago.

Durante la procedura di esecuzione di un blocco nervoso a livello periferico, si possono utilizzare sia aghi neurostimolatori che aghi spinali a seconda della tecnica utilizzata mediante l'uso di un neurolocalizzatore o dell'ecografo rispettivamente.

## **1.4 Preparazione del paziente**

I pazienti veterinari devono essere sedati o anestetizzati per compiere blocchi nervosi, dove è necessario il rilassamento muscolare al fine di poter garantire la manipolazione e il posizionamento per inserire l'ago spinale e applicare una corrente elettrica seppur di basso voltaggio.

Si raccomanda l'uso del monitoraggio (pulsiossimetria, elettrocardiografia, pressione arteriosa) al fine di poter evidenziare eventuali reazioni avverse (ipotensione, tachicardia, bradicardia, aritmie, ecc.) o tossicità nei confronti dell'agente anestetico usato (Iff et al. 2008).

Nel caso in cui sia effettuata una sedazione profonda, può essere utile usare lidocaina all'1-2% nel sito d'iniezione a livello sottocutaneo.

La preparazione asettica deve essere effettuata attraverso la rasatura dell'area e il suo lavaggio mediante soluzione antisettica. L'evidenza scientifica supporta l'uso di clorexidina gluconato rispetto all'uso di iodio-povidone (Kinirons et al. 2001; Darouiche et al. 2010; Krobbuaban et al. 2011). La clorexidina ha un ampio spettro d'azione nei confronti dei batteri Gram-positivi e Gram-negativi, funghi e lieviti e agisce attraverso la rottura delle membrane citoplasmatiche. La sua azione si estende per diverse ore dopo la sua applicazione.

Tuttavia la soluzione a base di iodio-povidone può essere altrettanto usata, rispettandone le caratteristiche chimiche. Lo iodio-povidone distrugge le proteine microbiche e il loro DNA, agendo su ampio spettro di batteri e funghi. Per compiere la sua attività battericida è necessario lasciare agire il prodotto a contatto con la cute per circa due minuti. Si ricordi che prodotti organici, come il sangue, potrebbero inibirne l'attività microbica.

Reazioni avverse possono sempre verificarsi per contatto con lo iodio-povidone o con l'uso di clorexidina.

## Capitolo 2

### L'USO DELL'ECOGRAFO NELL'ANESTESIA LOCOREGIONALE

#### 2.1 Fisica e tecnologia dell'ecografia

In fisica, gli ultrasuoni sono onde meccaniche elastiche longitudinali caratterizzate da lunghezze d'onda piccole e frequenze elevate.

Le onde sono contraddistinte da un moto oscillatorio collettivo, in cui la sollecitazione di un elemento si trasmette agli elementi vicini e da questi agli altri, fino a propagarsi a tutto il sistema. Questo dà origine alla propagazione di una perturbazione, in una determinata direzione, nel sistema stesso, sotto forma di moto ondulatorio. Le onde si propagano ad una certa velocità, che dipende dall'elasticità e dalla densità del mezzo che attraversano. La velocità di propagazione di un'onda è data dal prodotto della sua frequenza per la sua lunghezza d'onda:

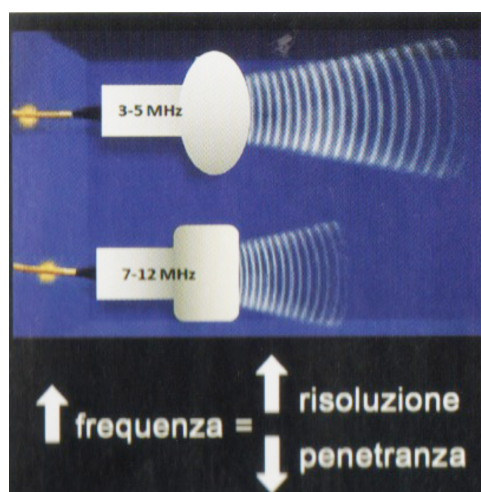
$$\text{velocità} = \text{freq} \times \text{lunghezza d'onda}$$

Per propagarsi, gli ultrasuoni hanno bisogno di un substrato (ad esempio il corpo del paziente), di cui alterano transitoriamente le forze elastiche di coesione delle particelle.

Si definisce come *Impedenza Acustica* la resistenza intrinseca della materia a essere attraversata dagli ultrasuoni, influenzando la loro velocità di propagazione. I diversi tessuti del corpo hanno tutti un'impedenza diversa, ed è questo il principio su cui si basa la tecnica ecografica.

Nell'ecografia gli ultrasuoni vengono generati per *effetto piezoelettrico* ad alta frequenza. Per effetto piezoelettrico s'intende la proprietà, posseduta dai cristalli di quarzo di vibrare ad alta frequenza se attraversati da una corrente elettrica alternata. Questi cristalli sono contenuti all'interno della sonda ecografia posta a contatto con la cute o i tessuti del soggetto, chiamata *trasduttore*, che emette fasci di ultrasuoni. All'aumentare della frequenza degli ultrasuoni, aumenta la loro penetrazione nei tessuti, con maggiore risoluzione delle immagini. Per lo studio delle strutture nervose si utilizzano di solito frequenze di lavoro maggiori di 7,5 MHz.

Gli ultrasuoni sono dotati di ampiezza, frequenza, lunghezza d'onda e intensità. L'**ampiezza** è la pressione massima raggiunta dal suono nel mezzo durante la fase di compressione, ossia la forza necessaria a spostare le particelle dalla loro posizione di equilibrio. La **frequenza** (Hz o cicli/sec) di un'onda meccanica può essere definita come il numero di cicli di compressione e rarefazione che si ripetono nell'unità di tempo ossia il secondo. Gli ultrasuoni usati in ambito diagnostico hanno una frequenza che è compresa tra 2,5 e 20 MHz (Fig. 2.1). Le frequenze e le energie impiegate nella diagnostica ecografica non comportano in pratica nessun rischio né per il paziente né per l'operatore. La **lunghezza d'onda** è invece la distanza tra punti corrispondenti di due onde meccaniche consecutive. Lunghezza d'onda e frequenza sono due grandezze inversamente proporzionali. La frequenza della sonda utilizzata condiziona la risoluzione spaziale, ossia la capacità dell'ecografo di percepire come entità separate due o più strutture ravvicinate e quindi la qualità dell'immagine ecografica. Sonde a elevata frequenza producono onde con una bassa lunghezza d'onda che non riescono a raggiungere gli strati più profondi e quindi sono più utili per studiare strutture anatomiche superficiali come le strutture nervose. La **velocità** con cui queste onde si propagano dipende dalle caratteristiche chimico-fisiche del mezzo attraversato e dal suo specifico grado d'impedenza acustica, ossia l'entità della forza che si oppone alla trasmissione degli ultrasuoni.



**Fig. 2.1:** Dal libro: Tecniche di anestesia locoregionale ecoguidate – A. Tognù

La **sonda ecografica** è costituita da un trasduttore piezoelettrico, un materiale in grado sia di generare un impulso elettrico quando sottoposto a sollecitazione meccanica, sia di generare un'onda meccanica quando sollecitato da una differenza di potenziale. Le onde ultrasonore generate dalla sonda sono soggette a fenomeni di rifrazione, diffusione e riflessione.

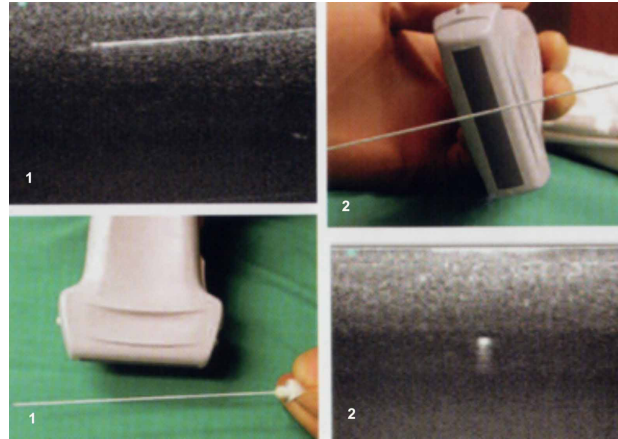
La quota del fascio di ultrasuoni che viene riflessa dalle particelle torna alla sonda e in base alle caratteristiche chimico-fisiche e all'entità dell'impedenza acustica del mezzo attraversato, induce la vibrazione dei cristalli piezoelettrici. Tale vibrazione a sua volta produce una serie d'impulsi elettrici, che vengono tradotti nell'immagine che possiamo visualizzare sul monitor in scala di grigi. L'ecografia è una metodica estremamente maneggevole, semplice nell'esecuzione, ripetibile e dai costi contenuti

## 2.2 Strumenti

Ci sono diversi tipi di dispositivi disponibili sul mercato, l'importante, è ottenere un ecografo capace di fornire un'ottima qualità d'immagine delle strutture nervose d'interesse in ambito clinico. La qualità dell'immagine dipende tuttavia dall'ecografo usato, dalla scelta della sonda e dalle capacità dell'operatore. E' importante essere a conoscenza dell'anatomia topografica dell'area interessata.

Le caratteristiche fondamentali richieste in un ecografo sono:

- frequenza*: espressa in MHz; le sonde ad alta frequenza (7-15 MHz) evidenziano strutture superficiali con profondità minori di 5 centimetri;
- profondità*: parametro impostabile in relazione alla profondità cui ci si aspetta di trovare il nervo (da 1 a 3cm);
- guadagno*: consente un'ottimizzazione dell'immagine rendendola più luminosa;
- color Doppler*: consente di visualizzare strutture vascolari che corrono nella stessa area di esame del nervo. Una volta ottenuta l'immagine è necessario utilizzare un ago per arrivare a iniettare l'anestetico in prossimità del nervo. Esistono due modalità d'inserimento dell'ago in rapporto al fascio di ultrasuoni (Fig.2.2); l'ago può essere visualizzato in asse lungo (immagine 1) dove l'ago e la sonda sono in posizione parallela, cosiddetto accesso *in plane* oppure in asse corto (Immagine 2) in cui l'ago e la sonda sono perpendicolari tra loro (out of plane)



**Fig. 2.2:** Dal libro: Tecniche di anestesia locoregionale ecoguidate. A. Tognù. Due modalità di inserimento sonda-ago

### 2.3 Vantaggi dell'ecografia per il blocco nervoso periferico

L'uso dell'ecografo ha incrementato l'utilizzo dell'anestesia locoregionale in campo veterinario, per le numerose applicazioni dimostrate. Le strutture nervose divengono di facile visualizzazione attraverso l'uso della sonda ecografica e la deposizione dell'anestetico vicino al nervo è accurata rispetto alle tecniche precedentemente usate, quali la neurostimolazione e la tecnica alla cieca.

L'uso dell'ecografia permette di velocizzare la procedura, riduce il danno tissutale e l'eventuale lesione di vasi limitrofi, attraverso l'uso del color doppler; il monitoraggio visivo della deposizione di anestetico durante l'iniezione limita la possibilità d'inoculazioni intraneurali.

Tecniche come la neurostimolazione associata all'ecografia possono essere di grande ausilio nello studio di nuove localizzazioni nervose.

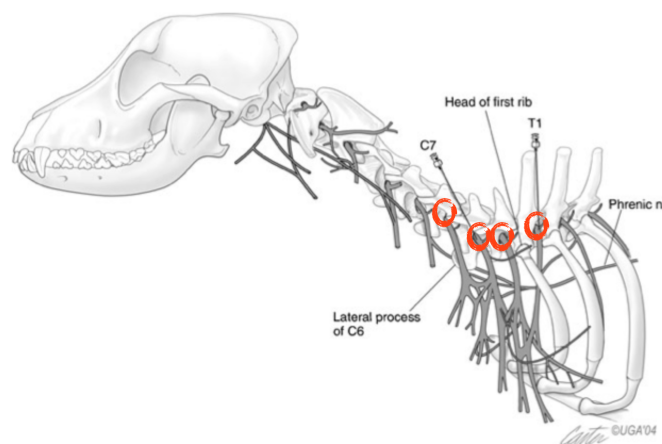


## Capitolo 3

### BLOCCO NERVOSO DEL PLESSO BRACHIALE

Il blocco cervicale paravertebrale è considerato una tecnica avanzata di anestesia nel paziente veterinario ed è stato descritto per la prima volta da Lemke e Dawson nel 2000. Nel 2007, Hofmeister et al., effettuavano uno studio su cadaveri con l'uso del blu di metilene per descrivere il blocco del plesso brachiale mediante tecnica alla cieca.

Il blocco del plesso brachiale per via paravertebrale consente l'analgesia e il rilassamento muscolare per procedure chirurgiche che interessano la regione della scapola, della spalla e del braccio. In questa procedura l'obiettivo è depositare la soluzione anestetica in prossimità dell'emergenza di C6, C7, C8, T1 (Fig. 3.1)



**Fig. 3.1** Small Animal Regional Anaesthesia and Analgesia L. Campoy, M. Read

### 3.1 Anatomia

I nervi spinali C6, C7, C8, T1, provvedono all'innervazione sensitiva e motoria dell'arto toracico. Alcuni soggetti possono presentare variazioni individuali, attraverso il contributo di C5 e T2 (Allam et al.1952).

Alla loro emergenza dal forame intervertebrale i nervi spinali si dividono in un ramo

dorsale e un ramo ventrale, il ramo dorsale cervicale si dirige dorsalmente e provvede a innervare i dermatomeri dorsali cutanei. Tuttavia la copertura analgesica in quest'area rimane parziale, poiché l'innervazione sensoriale proviene da più di due segmenti contigui.

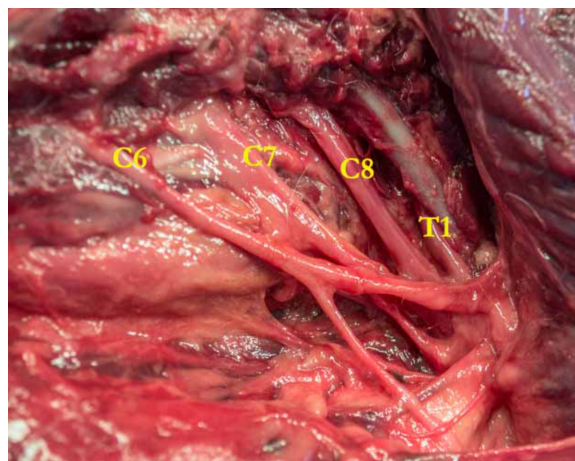
I rami ventrali dei nervi spinali, escono dal forame vertebrale e si dirigono ventralmente unendosi ad altri rami nervosi. Il plesso brachiale provvede all'innervazione di tutto l'arto toracico, ad eccezione di alcuni muscoli (trapezio, omotrasversario, brachicefalico e romboide) e della cute sulla regione dorsale della scapola. Inoltre da quest'area origina anche il nervo frenico con il contributo dei rami ventrali dei nervi spinali C5, C6, C7.

Il blocco paravertebrale del plesso toracico è una tecnica che può essere usata per procurare anestesia a tutto l'arto compresa l'articolazione scapolo-omerale.

### 3.2 Punti di repere e tecniche usate

I nervi spinali interessati dal blocco sono

- C6-C7-C8-T1 (Fig. 3.2)



**Fig. 3.2:** Illustrazione del decorso anatomico dei nervi cervicali C6, C7, C8, T1, dopo la rimozione della scapola

Le tecniche che possono essere utilizzate sono:

- alla cieca
- mediante l'uso del neurostimolatore

- mediante l'ausilio dell'ecografia

In tutte e tre le situazioni, il paziente è posizionato in decubito laterale con l'arto anteriore in posizione superiore interessato dal blocco.

Nel primo caso il blocco anestetico è effettuato secondo la tecnica descritta da Lemke e Creighton (2008), dove s'identifica il processo trasverso della sesta vertebra cervicale, mediante palpazione, in seguito l'ago viene infisso dorsalmente al processo trasverso dirigendolo dorso-ventralmente con un angolo di 35-45 gradi rispetto al piano sagittale del paziente fino a toccare il processo trasverso. A questo punto l'ago è orientato parallelamente al piano sagittale e avanzato cranialmente al processo trasverso per bloccare C6. La punta dell'ago a questo punto viene riorientata caudalmente al processo trasverso e una seconda iniezione di anestetico provvede al blocco di C7. Per bloccare C8 e T1, si palpa la prima costa e l'ago spinale è inserito perpendicolarmente e cranialmente alla costa, lievemente dorsalmente alla spina della scapola e diretto a 30 gradi rispetto al piano sagittale del cane (Fig.3.3)



**Fig 3.3:** Small Animal Regional Anaesthesia and Analgesia. L. Campoy, M. Read.  
Tecnica alla cieca

Per l'uso del neurostimolatore si usano gli stessi punti di repere. In questo caso si usa un ago isolato (22 G, 5 cm nel cane < 13 kg, 21 G, 10 cm per cani >13 kg) connesso al neurostimolatore e gli stimoli elettrici fatti percorrere alla corrente di 1 mA, con durata di 0,1 secondi, alla frequenza di 1 Hz (vedi Tabella 3.1).

Radice nervosa	Risposta motoria alla stimolazione elettrica
C6	Intrarotazione della spalla, extrarotazione della spalla
C7	Contrazione del bicipite, extrarotazione del braccio, intrarotazione del braccio, contrazione del tricipite, estensione del carpo
C8	Contrazione del tricipite, estensione del gomito, del carpo e delle dita
T1	Flessione del carpo e delle dita

**Tabella 3.1:** Illustrazione della risposta motoria muscolare in seguito alla stimolazione elettrica dei nervi cervicali

Una volta ottenuta, la corrente elettrica si riduce a 0,2 mA fino alla scomparsa della contrazione, in seguito s’inietta l’anestetico (Fig.3.4).



**Fig.3.4:** Blocco del plesso brachiale in decubito laterale mediante l’uso del neurostimolatore.

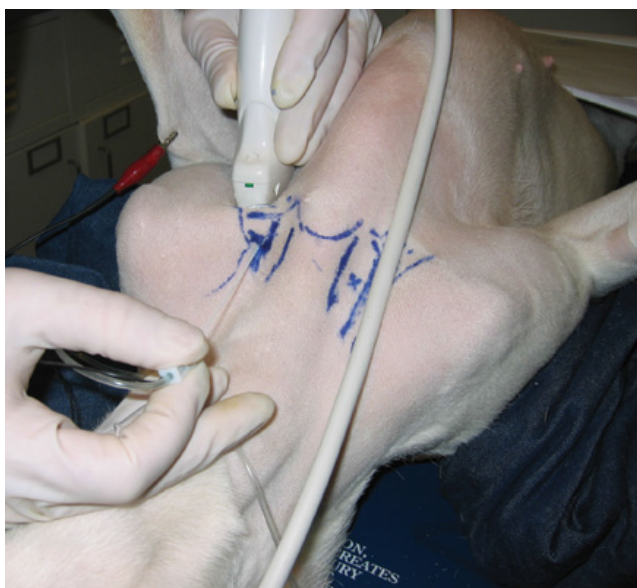
Infine l’introduzione dell’ecografia per la localizzazione nervosa è una tecnica assai recente che può essere utilizzata da sola o in accoppiamento al neurostimolatore.

La tecnica descritta inizialmente da due diversi autori (Guilherme & Benigni 2008; Bagshaw et al. 2009) descrive il posizionamento del paziente in decubito laterale e la sonda ecografica posizionata a livello della porzione laterale della regione del collo allineata in modo parallelo all’asse vertebrale a livello dei forami intervertebrali (Fig.3.5)



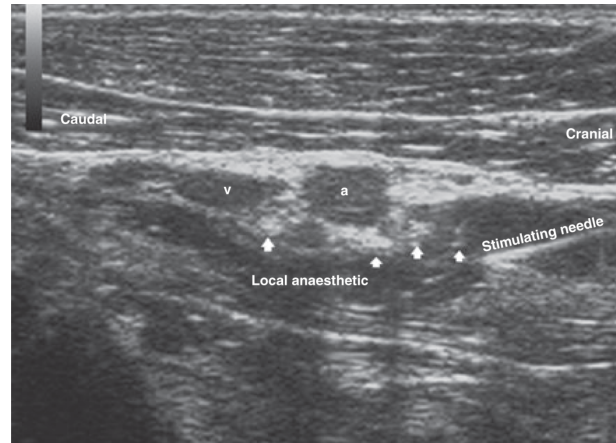
**Fig. 3.5:** Guilherme & Benigni 2008. Sonda ecografica posizionata sul piano parasagittale tra sterno e spalla

Un'alternativa a questa tecnica è stata proposta da Campoy et al; 2010 dove il paziente è posizionato in decubito dorsale e la sonda ecografica applicata a livello della regione ascellare nella fossa tra il manubrio e lo sterno, orientata secondo l'asse parasagittale mediano (vedi Fig. 3.6)



**Fig. 3.6** Campoy et al. (2010). Blocco del plesso brachiale mediante l'uso combinato del neurostimolatore e dell'ecografo.

I nervi C6, C7, C8, T1 sono visibili a questo livello e appaiono come quattro piccole strutture rotondeggianti iperecoiche (Fig. 3.7)



**Fig. 3.7:** Immagine della regione ascellare dopo inoculazione di 0,15 ml/kg di anestetico. Le frecce solide indicano i nervi cervicali. Campoy et al. (2010)

L'uso della tecnica ecografica, appare attualmente essere superiore all'uso della tecnica alla cieca o alla neurostimolazione poiché permette una visualizzazione diretta delle strutture nervose interessate (in questo caso C6, C7, C8, T1), la visualizzazione dell'ago e la sua precisa localizzazione di fronte al nervo interessato. Si può in questo modo osservare l'iniezione e la diffusione dell'anestetico usato intorno al nervo.

Inoltre questa tecnica limita continui passaggi con l'ago attraverso i tessuti o vasi, limitando il danno tissutale o accidentali rotture vasali.

### 3.3 Materiale e strumenti

Materiale per la preparazione chirurgica del sito

- Guanti sterili/teli chirurgici
- Siringhe/aghi ipodermici
- Alcool isopropilico e/o gel sterile
- Agente anestetico locale
- Soluzione salina sterile
- Ecografo
- Sonda ecografica ad alta frequenza: (9-15 MHz)
- Elettrostimolatore nervoso periferico e aghi da neurostimolazione

### **3.4 Complicazioni**

Il blocco del plesso brachiale risulta essere una tecnica relativamente sicura, che raramente comporta complicanze importanti sia in campo umano che veterinario.

Tuttavia ci sono alcune complicazioni che possono presentarsi come ad esempio, la puntura di un grosso vaso e l'insorgenza di ematoma che può rendere difficile in seguito l'attuazione della tecnica. L'iniezione intravascolare di anestetico locale, può accadere quando prima di iniettare il farmaco non si è effettuata l'aspirazione; la formazione di pneumotorace può verificarsi quando si avanza l'ago oltre il margine della prima costa e si giunge erroneamente in torace; la puntura del ganglio cervicotoracico (ganglio stellato) e insorgenza della sindrome di Horner. Si può inoltre avere irritazione nervosa, quando l'anestetico locale è iniettato direttamente nel tessuto nervoso; è possibile osservare la presenza d'infezione, quando non sono osservate le routinarie tecniche di sterilità. Infine l'iniezione prossimale paravertebrale può causare accidentale blocco unilaterale del nervo frenico (Riazi et al. 2008), dove tuttavia Lemke & Dawson (2000) riportano non compromettere la funzionalità respiratoria in animali coscienti o anestetizzati.

## Capitolo 4

### STUDIO CLINICO

#### 4.1 Introduzione

L'ecografia (o ultrasonografia) è una metodica di diagnostica per immagini largamente utilizzata in campo medico. Questa tecnica, oramai consolidata in ambito internistico, radiologico e chirurgico, ha trovato i suoi sbocchi negli ultimi anni anche in ambito intensivo-anestesiológico. Attualmente l'ecografia è utilizzata in Terapia Intensiva e in Sala Operatoria non solo per posizionare cateteri venosi centrali (CVC - Central Venous Catheter) o periferici (PICC - Peripherally Inserted Central Catheter), cateteri arteriosi per il monitoraggio emodinamico continuo, valutazione della volemia mediante il rapporto vena cava/aorta (Rabozzi et al. 2013) e per un imaging rapido dell'addome e/o del torace nel paziente critico (Boysen et al. 2013).

L'uso dell'ecografia in anestesia, permette l'esecuzione di blocchi nervosi periferici in modo più rapido e sicuro rispetto alle tecniche che si affidano all'uso dei punti di repere anatomici osteo-mio-vascolari rilevabili al tatto.

Le strutture nervose sono così facilmente individuabili possono essere seguite nel loro decorso permettendo l'inoculazione dell'anestetico locale il più vicino possibile al nervo interessato.

Il plesso brachiale assicura con le sue ramificazioni l'innervazione sensitivo-motoria dell'arto superiore; la conoscenza della formazione del plesso brachiale e delle sue diramazioni muscolari e cutanee è essenziale per la corretta esecuzione del blocco anestetico nella chirurgia dell'arto superiore. Questo blocco nervoso porta alla paralisi motoria e sensitiva di tutto l'arto superiore, ad eccezione delle aree la cui sensibilità dipende dai rami cutanei laterali dei nervi intercostali.

Lo scopo di questo lavoro è stato quello di valutare l'efficacia del blocco del plesso brachiale mediante approccio ecografico paravertebrale, utilizzando ropivacaina allo 0,5% durante chirurgia ortopedica dell'arto anteriore nel cane.



## 4.2 Materiale e metodi

### 4.2.1 Fase I - Studio Anatomico

Dieci cadaveri di cani adulti dal peso di  $25 \pm 10$  kg sono stati utilizzati per studiare l'approccio paravertebrale del plesso brachiale.

Sei cadaveri sono stati studiati entro 48 ore dalla morte. Nessuno di questi aveva segni clinici di malattie del plesso brachiale o malattie della colonna cervicale.

La tosatura è stata effettuata lungo tutta l'area cervicale a partire da C4 e si estendeva a tutta la regione scapolare. Le immagini sono state ottenute mediante l'ausilio di una sonda lineare 12.5 MHz (GE Healthcare Venue 40, China)

Entrambi gli arti toracici sono stati impiegati nello studio, per un totale di 20 arti valutati.

Per favorire un migliore contatto della sonda ecografica con la cute dell'animale, alcool isopropilico e/o gel sono stati impiegati durante la procedura.

I cadaveri sono stati posizionati in decubito laterale destro e poi sinistro con la regione cervicale elevata nel suo terzo medio, mediante l'ausilio di un materasso posto al di sotto del collo (Fig 4.1) con l'arto superiore portato caudalmente per migliorare la visualizzazione delle strutture nervose.



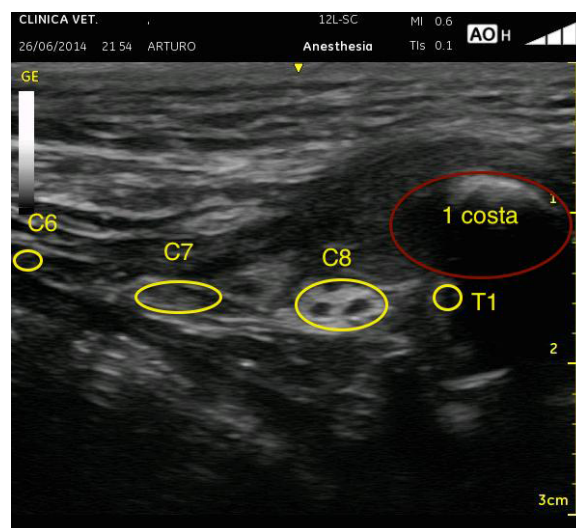
**Fig. 4.1:** Innalzamento del terzo medio della regione del collo mediante l'uso di un materasso in gomma posto al di sotto della regione della spalla controlaterale.

Il blocco nervoso è stato eseguito a livello di C6, C7, C8, T1. La sonda ecografica è stata posizionata a livello dell'entrata del torace parallelamente all'asse della colonna vertebrale (vedi Fig.4.2), con il fascio ultrasonoro diretto caudalmente.



**Fig 4.2** Posizione della sonda ecografica parallelamente alla colonna vertebrale.

Il punto di repere iniziale per la localizzazione nervosa T1/C8 è stato la prima costa toracica (Fig.4.3), identificata come un'immagine ipoecogena con cono d'ombra posteriore (Rioja et al., 2012).



**Fig. 4.3:** Immagine ecografica della prima costa e delle sezioni trasversali dei nervi cervicali C6, C7, C8, T1.

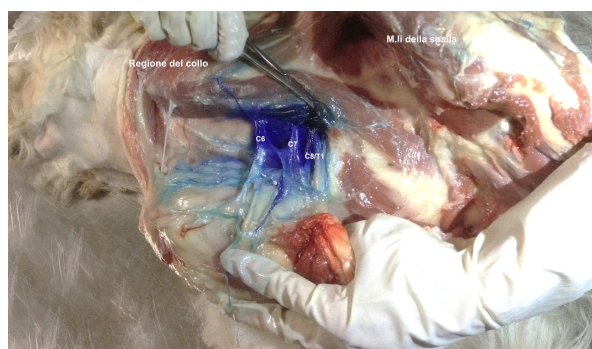
Muovendo la sonda cranialmente sono stati localizzati i nervi C7 e C6 allineati sullo stesso piano ecografico (Bagshaw et al. 2009; Guilherme et al. 2008).

Le iniezioni sono effettuate utilizzando una soluzione con blu di metilene al 2% (Prokeme srl – Calenzano Firenze, Italy) al dosaggio di 0,05 ml/kg. Tutte le iniezioni sono state effettuate usando un ago spinale (22 gauge, 90 mm Spinale Quincke, PicIndolor, Artesan S.p.A., Italy) introdotto a livello della porzione craniale della sonda in direzione caudo-mediale (Fig 4.4) La punta dell'ago, inserita mediante tecnica 'in plane', è avanzata cranialmente ai nervi C8/T1, mediante controllo ecografico e la soluzione iniettata nel punto desiderato. In seguito la sonda ecografica è stata re-diretta cranialmente per localizzare, sempre lungo l'asse cervicale, C7 e C6.



**Fig. 4.4:** L'elevazione della spalla inferiore, consente una migliore esposizione ecografica dei nervi cervicali e l'abbassamento della testa, permettendo l'introduzione dell'ago in plane con la sonda.

La regione cervicale era poi dissezionata e le aree colorate identificate (Fig. 4.5).



**Fig 4.5:** Esposizione dei nervi C7, C6, C8,T1 localizzati per via ecografica e iniettati in loro prossimità con 0.05 ml/kg di blu di metilene al 2%. La scapola sinistra è stata rimossa

#### 4.2.2 Fase II – Studio clinico

Nello studio sono stati inclusi dieci cani di razze diverse con peso medio  $23 \pm 9$  kg presentati presso l'Ospedale Didattico 'Mario Modenato' per chirurgia ortopedica dell'arto anteriore. Il consenso informato alle procedure è stato richiesto a tutti i proprietari dei pazienti. I criteri d'inclusione sono stati l'appartenenza all'American Society of Anesthesiologists status II (ASAII), assegnato previa visita anestesiológica, età maggiore di 3 mesi, un profilo ematologico e biochimico con valori entro i limiti di referenza del laboratorio.

La mattina dell'intervento, i soggetti sottoposti a digiuno dalla sera precedente, sono stati premedicati con acepromazina [Prequillan; Fatro S.p.a., Italy] ( $5 \mu\text{g/kg}$ ) per via intramuscolare. Un catetere venoso è stato posizionato nella vena safena di un arto posteriore. L'arto posteriore controlaterale è stato utilizzato per l'inserzione di un catetere arterioso a livello dell'arteria metatarsale, al fine di rilevare la pressione arteriosa invasiva. Dopo 30 minuti ogni paziente è stato premedicato con fentanyl ( $5 \mu\text{g/kg}$ ) [Fentanest Pfizer Italia S.r.l., Italy] per via endovenosa ed in seguito è stata effettuata l'induzione con propofol ( $4 \text{ mg/kg}$ ) [Propofol Kabi 20 mg/ml, Fresenius Kabi S.r.l. Italy] seguita da intubazione in ossigeno 100% e isoflurano [Isoba, Schering-Plough, Animal Health, UK]. Il paziente è stato collegato a un circuito ri-respiratorio con ventilazione spontanea.

Una soluzione riscaldata di Ringer lattato è stata utilizzata al dosaggio di  $10 \text{ ml/kg/h}$  nei primi 60 minuti e ridotta a  $5 \text{ ml/kg/h}$ , nelle ore successive.

Durante l'intera procedura sono stati monitorati frequenza cardiaca (FC), pressione arteriosa invasiva sistolica (iPAS), pressione arteriosa invasiva diastolica (iPAD), pressione arteriosa invasiva media (iPAM), anidride carbonica a fine espirazione (Et-CO<sub>2</sub>), frazione espirata dell'agente volatile usato isoflurano (F<sub>E</sub>ISO) temperatura esofagea (T°), saturazione ossimetrica (SpO<sub>2</sub>) e la derivata II elettrocardiografica (ECG). Tutti questi parametri sono stati registrati ogni 5 minuti mediante l'uso di un monitor multiparametrico (Mindray Beneview T5, China).

Durante la chirurgia, il fentanile (2,5µg/kg) è stato somministrato per via endovenosa, per controllare il dolore in risposta a un aumento della frequenza cardiaca e della pressione arteriosa del 20% sul valore monitorato.

Alla fine della procedura è stato somministrato carprofen [Rimadyl iniettabile 50 mg/ml, Pfizer Service Company Belgio] (2 mg/kg, per via sottocutanea ogni 24 ore).

#### Valutazione dell'efficacia del blocco nervoso

La F<sub>E</sub>ISO è stata mantenuta alla minima concentrazione necessaria a prevenire i movimenti del paziente e la risposta cardiovascolare al dolore chirurgico.

F<sub>E</sub>ISO è stato mantenuto a 1,3 vol% all'inizio della procedura chirurgica e diminuito ogni 10 minuti di 0,1-0,2 vol%, fino ad ottenere la concentrazione minima capace di prevenire movimenti o tale da evitare una risposta cardiovascolare allo stimolo chirurgico. Nel caso in cui si fossero verificati movimenti del paziente, un bolo di 0,5 mg/kg di propofol veniva somministrato per via endovenosa. Se la FC, iPAM e/o la FR aumentavano più del 20% rispetto al valore iniziale, dopo due misurazioni successive, un bolo di 2 µg/kg di fentanile per via endovenosa, veniva somministrato per riportare i parametri modificati al loro valore iniziale. In caso di nuovo evento oltre allo stesso bolo, un'infusione costante continua (0,2 µg/kg/min) di fentanile veniva somministrata fino al termine della chirurgia.

#### Blocco del plesso brachiale mediante ecografo per via paravertebrale

Per l'esecuzione del blocco paravertebrale del plesso brachiale (BPPB), il paziente è stato posizionato in decubito laterale, con la regione cervicale elevata nel suo terzo medio, come precedentemente descritto nella fase I.

In seguito è stata effettuata nell'ordine, tricotomia, disinfezione e preparazione chirurgica dell'area dal processo trasverso di C5 fino alla regione laterale della

scapola per l'esecuzione del blocco nervoso.

Il blocco nervoso è stato eseguito sotto controllo ecoguidato da un'anestesista esperto, previa disinfezione chirurgica e preparazione del materiale.

Alcool isopropilico e gel sterile sono stati utilizzati per migliorare la risposta acustica nel contatto con la cute del paziente.

Il blocco nervoso è stato eseguito a livello di C6, C7, C8, T1 con la sonda ecografica posizionata a livello dell'entrata del torace parallelamente all'asse della colonna vertebrale

Le iniezioni di anestetico sono state effettuate usando ropivacaina allo 0,5% al dosaggio di 0,05 ml/kg.

### ***Analisi statistica***

I dati sono stati analizzati per la distribuzione normale con un test di D'Agostino e Pearson. L'analisi della varianza a una via per dati ripetuti è stata applicata ai parametri clinici (FC, FR, PAM, PAS, PAD, EtIso), con un test di Tukey come post hoc. Valori di  $P < 0,05$  sono stati considerati significativi.

## **4.3 Risultati**

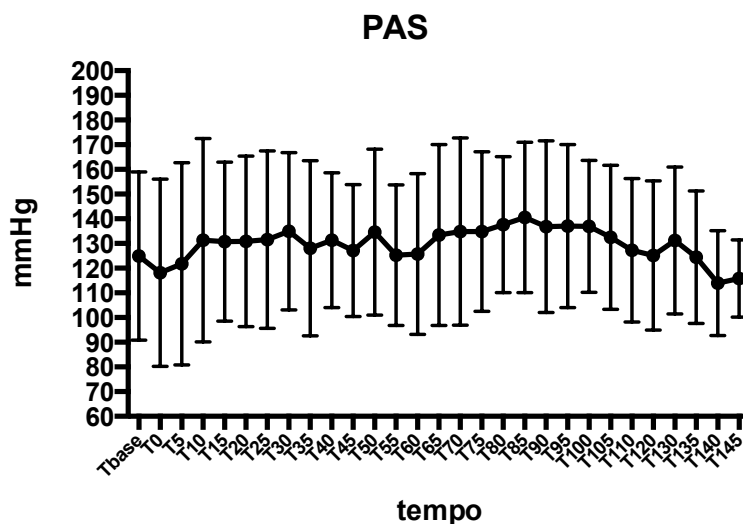
Fase I: dallo studio anatomico è stato evidenziato che le emergenze dei nervi C6, C7, C8 e T1 sono ben visibili ecograficamente e una soluzione al 2% di blu di metilene al volume di 0,05 ml/kg per punto è risultata efficace nel colorare adeguatamente ogni tronco nervoso per più di due cm di lunghezza. Il posizionamento di un supporto sotto la spalla inferiore è risultato indispensabile per poter somministrare il colorante mediante tecnica ecoguidata. Il punto di repere essenziale da ricercare nell'immagine ecografica è risultato essere la prima costa.

Fase 2: mediante valutazione statistica dei dati è stato evidenziato che i parametri clinici monitorati durante la procedura chirurgica non hanno mostrato differenze significative tra i tempi. La concentrazione media d'isoflurano a fine espirazione è variata da 1,2 e 1,07 vol%. Due soggetti su dieci hanno ricevuto da uno a tre boli di fentanile alla dose di 2,5 µg/kg durante la procedura; tre soggetti su 10 hanno ricevuto una infusione di fentanile con un dosaggio compreso tra 3 e 5 µg/kg/hr,

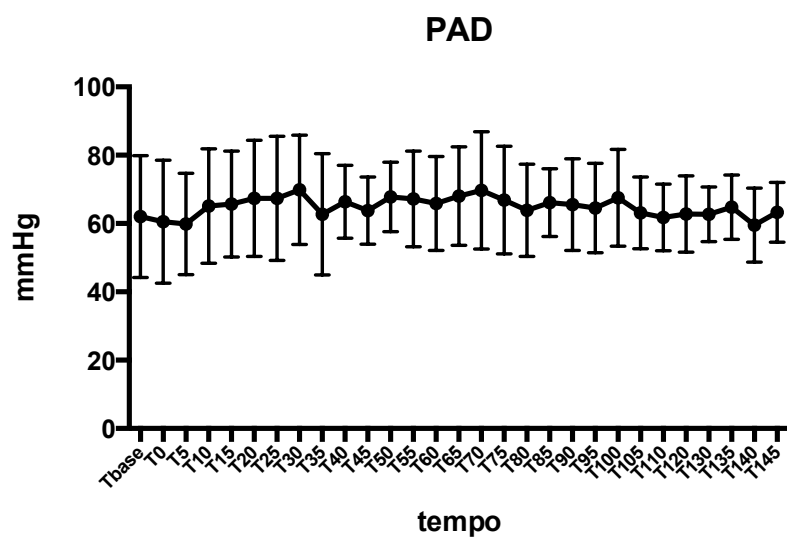
mentre cinque soggetti non hanno richiesto analgesia aggiuntiva durante tutta la procedura chirurgica. Il risveglio è stato buono in tutti i soggetti.

	Razza	Età	Peso (kg)	Intervento
1	Meticcio	2 anni	29.5	Artrodesi del gomito
2	Epagneul Breton	9 anni	20	Riduzione frattura gomito
3	Golden Retriever	6 anni	41.5	Amputazione arto anteriore
4	Springer Spaniel Inglese	4 anni	17	Riduzione frattura gomito
5	Meticcio	5 mesi	10	Riduzione frattura gomito
6	Meticcio	12 anni	17	Amputazione arto anteriore
7	Labrador Retriever	1,5 anni	33	Riduzione frattura gomito
8	Meticcio	2 anni	23	Riduzione frattura omero
9	Meticcio	2 anni	29.5	Rimozione placca gomito
10	Boxer	7 mesi	19	Riduzione frattura della scapola

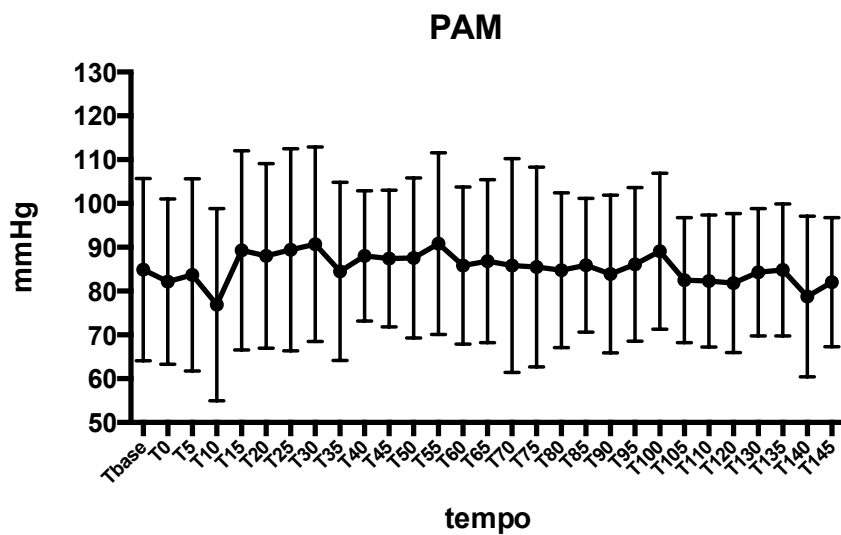
**Tabella 4.1:** Descrizione della razza, età, del peso e del tipo d'intervento effettuato sui cani utilizzati nella fase II



**Grafico 4.1:** Rappresentazione grafica dei valori relativi alla media  $\pm$  DS della pressione arteriosa sistolica misurata in 10 cani sottoposti a procedura chirurgica dopo aver ricevuto il BPPB con 0,05 ml/kg di ropivacaina.

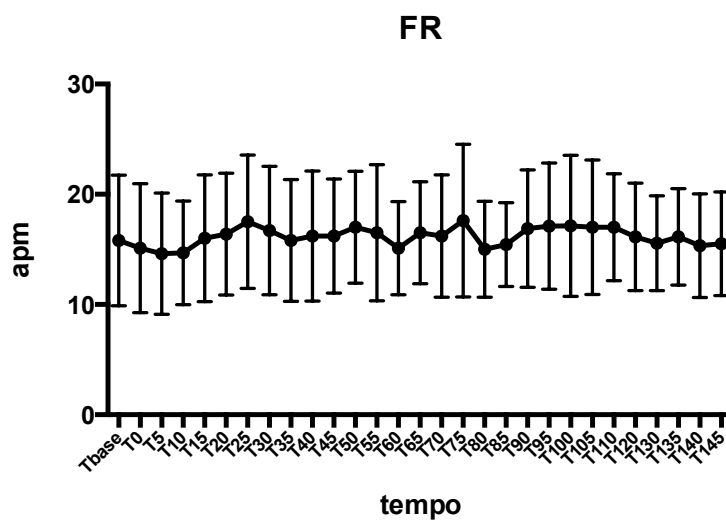


**Grafico 4.2** Rappresentazione grafica dei valori relativi alla media  $\pm$  DS della pressione arteriosa diastolica misurata in 10 cani

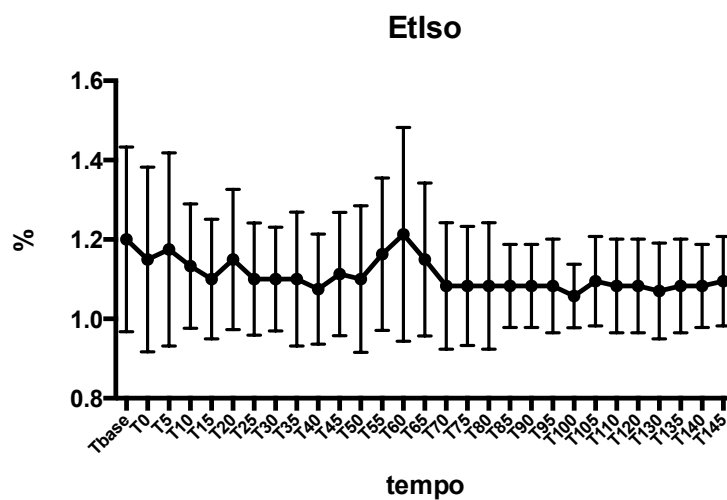


**Grafico 4.3:** Rappresentazione grafica dei valori relativi alla media  $\pm$  DS della pressione arteriosa media misurata in 10 cani





**Grafico 4.4:** Rappresentazione grafica dei valori relativi alla media  $\pm$  DS della frequenza cardiaca misurata in 10 cani



**Grafico 4.5:** Rappresentazione grafica dei valori relativi alla media  $\pm$  DS della concentrazione di isoflurano a fine espirazione misurata in 10 cani

## 4.4 Discussione

Questo studio ha rilevato la possibilità di compiere un blocco del plesso brachiale con approccio paravertebrale mediante l'ausilio dell'ecografo.

La fase I dello studio ha evidenziato l'importanza della posizione della regione cervicale del paziente, al fine di ottenere una buona immagine ecografica dei nervi interessati al blocco del plesso brachiale e ha dimostrato quindi come un dosaggio di 0,05 ml/kg di blu di metilene al 2%, sia sufficiente a ottenere la colorazione di tutti i nervi coinvolti.

Il posizionamento di uno spessore al di sotto della spalla inferiore, ha consentito l'abbassamento della testa favorendo l'esposizione dei rami distali dei nervi cervicali, e permettendo l'introduzione dell'ago "in plane" con la sonda ecografica.

La fase II ha dimostrato come un dosaggio di 0,05 ml/kg di ropivacaina 0,5% sia risultato adeguato a produrre anestesia locoregionale in risposta ad un stimolo algico, in buona parte dei pazienti, durante la procedura chirurgica delle strutture prossimali osseo-muscolari dell'arto anteriore.

Ci sono pochi studi nel cane che descrivono l'anatomia dei nervi del plesso brachiale alla loro emergenza dal forame intervertebrale (Lemke & Dawson 2000; Hofmeister et al. 2007; Guilherme & Benigni 2008; Lemke & Creighton 2008; Bagshaw et al. 2009, Rioja et al. 2012).

Nel lavoro di Guilherme & Benigni, l'anatomia del plesso brachiale è stata studiata per via ecografica alla sua origine, a livello dei forami intervertebrali, in sezione longitudinale e trasversale e inoltre a livello della regione ascellare, quindi distalmente dalla sua origine, a livello dell'entrata del torace, posizionando la sonda tra lo sterno e la spalla in modo parasagittale. L'immagine ottenuta nel primo caso, con la sonda posizionata tra sterno e scapola, i nervi appaiono come una struttura rotondeggiante composta da diverse componenti neurali. Questo aspetto ecografico è dovuto alla sezione trasversale dei nervi distalmente all'emergenza dal forame vertebrale e prossimalmente all'intersezione nervosa che costituisce il plesso brachiale. Nell'immagine ottenuta nel presente studio invece, si evidenzia una struttura rotondeggiante per nervo. Questo è attribuito alla posizione elevata della spalla inferiore, che distendendo i rami ventrali dei nervi cervicali, questi appaiono

ecograficamente rotondeggianti poiché visualizzati prossimalmente all'intersezione nervosa.

Come nello studio di Guilherme & Benigni (2008), l'ecogenicità dei nervi appare diversa nello studio sul cadavere e in vivo, questo potrebbe essere dovuto alla degenerazione tissutale post-mortem. Si deve inoltre fare attenzione a non confondere i vasi, arteria e vena ascellare, che possono avere sempre un aspetto circolare, con le strutture nervose nel cadavere. Nell'immagine ecografica del presente lavoro entrambe le strutture vascolari si trovano sempre ventralmente ai rami dei nervi cervicali e appaiono più grandi dei nervi medesimi.

Lo studio del BPPB è stato ben descritto da Rioja (2012), comparando la tecnica definita 'alla cieca', la tecnica con l'uso del neurostimolatore e quella ecoguidata. Il lavoro riporta alcuni limiti nell'uso della tecnica ecografica, tra cui l'esperienza dell'operatore, la grandezza della sonda ecografica, la scapola che interferisce con il campo d'azione della sonda, specialmente negli animali di piccola taglia, limitando la possibilità di accesso a livello della sesta e della settima vertebra, rendendo così necessario un approccio ventrodorsale (Campoy et al., 2010). Per questo motivo, molto spesso il neurostimolatore viene utilizzato per localizzare la componente nervosa insieme all'ecografo.

Nella fase I e II del presente studio la localizzazione dei nervi target è avvenuta in modo diretto con l'applicazione della sonda ecografica tra colonna vertebrale e scapola nel modo sopradescritto. L'autore ha impiegato un tempo medio di circa cinque settimane per acquisire esperienza nel posizionare la sonda a livello della regione cervicale ed evidenziare rapidamente le strutture anatomiche d'interesse; inoltre è stato necessario un ulteriore periodo di pratica per l'esecuzione dell'iniezione di blu di metilene e/o dell'agente anestetico in prossimità delle strutture nervose.

In uno studio effettuato in medicina umana, si osserva come il tasso di successo del blocco nervoso ecoguidato del muscolo interscaleno (analogo al BPPB nel cane) migliora con l'esperienza nel corso di quattro settimane, in particolare gli specializzandi perfezionando la pratica, diminuivano il tempo necessario a trovare e riconoscere i nervi per via ecografica (Orebaugh et al. 2009). Ciò può dipendere dall'esperienza acquisita con le immagini ecografiche e con la tecnica locoregionale,

che può essere non facilmente ripetibile nella fase iniziale dell'apprendimento, così come la variazione di ecogenicità tissutale nei vari soggetti di specie diversa, che può rappresentare anch'esso un limite al riconoscimento dell'anatomia nervosa. Inoltre il tasso di successo può dipendere anche dalla competenza nell'applicare la tecnica 'in plane', direzionando l'ago correttamente in prossimità delle strutture nervose interessate.

Alcune potenziali complicazioni possono essere presenti nel corso del blocco del plesso brachiale, puntura dell'arteria o vena ascellare, anestesia epidurale o spinale, sindrome di Horner, come riportato anche in alcuni lavori in medicina umana (Dutton et al. 1994). In questo lavoro non si è rilevata alcuna complicazione; i nervi venivano colorati nella loro porzione distale in seguito alla ridotta quantità di colorante, inoltre i pazienti monitorati dal punto di vista cardiorespiratorio non mostravano alterazioni dei parametri presi in esame. Una delle conseguenze del blocco regionale, nello studio di Rioja mediante l'uso del blu di metilene, era di rilevare una colorazione del midollo spinale nel 29-39% dei pazienti, risultando così un'anestesia epidurale o spinale. Nel presente studio questo non si è verificato possibilmente per l'approccio distale dei rami nervosi cervicali e per il dosaggio ridotto della soluzione utilizzata, 0,05 ml/kg contro 0,3 ml/kg utilizzato da Rioja et al.

Il basso successo evidenziato nello studio è stato inaspettato, soprattutto per la nota applicabilità di questa tecnica locoregionale in anestesia umana. L'ipotesi era quella di ottenere, nella fase II del lavoro, un gruppo omogeneo di pazienti con una bassa richiesta di analgesia supplementare (boli o infusione di fentanile).

Nell'uomo l'utilizzo dell'ecografo per il blocco nervoso ha avuto eccellenti risultati in clinica ed ha ridotto fortemente il tasso di complicazioni derivanti dall'uso del neurostimolatore o dall'uso degli oppioidi per via sistemica (Liu et al 2005; Abrahams et al. 2009). L'uso del BPPB nella fase I ha avuto successo al 100% nel colorare i nervi target in tutti gli arti esaminati. Questa differenza tra la fase I e la fase II potrebbe essere attribuita al limitato numero di soggetti esaminati, quindi un basso potere analitico dello studio; inoltre si riporta che l'innervazione delle strutture osseo-muscolari considerate (regione della spalla e del braccio) sia costituita nel 20,69% dei soggetti dal contributo di C5, C6, C7, C8, T1 nel 17,24% dei soggetti dal

contributo di C6, C7, C8, T1, T2 e nel 3,4% dei soggetti dal contributo di C5, C6, C7, C8, T1, T2 (Allam et al. 1952). L'intervento in alcuni soggetti di C5 o T2 o entrambi potrebbe variare il grado di analgesia ottenuto e richiedere l'intervento di agenti analgesici supplementari per riportare i parametri emodinamici presi in considerazione (FC e iPAM) entro i normali limiti di referenza.

## **4.5 Conclusioni**

Dai dati ricavati in questo studio, si conclude che l'uso del BPPB ottenuto con ropivacaina allo 0,5% è stato pienamente efficace in buona parte dei soggetti esaminati nel garantire analgesia intraoperatoria, nel mantenere stabilità cardiovascolare e nel ridurre l'uso di agenti analgesici per via sistemica, in cani sottoposti a chirurgia ortopedica dell'arto anteriore. Nel gruppo esaminato la restante parte dei soggetti ha richiesto la somministrazione di oppioidi durante la procedura chirurgica, quindi ulteriori studi dovrebbero essere effettuati, aumentando il numero dei soggetti trattati e utilizzando inoltre un gruppo di controllo; una maggiore esperienza ecografica con la tecnica utilizzata potrebbe infine migliorare il successo del blocco locoregionale in questione.

## **Bibliografia:**

- Abrahams MS, Aziz MF, Fu RF, Horn JL (2009). Ultrasound guidance compared with electrical neurostimulation for peripheral nerve block: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials *Br J Anaesth* 102(3):408-17
- Abramowitz HB, Cohen C.(1981) Use of Doppler for difficult axillary block. *Anesthesiology*; 55:603.
- Allam MW, Lee DG, Nulsen FE, et al: The anatomy of the brachial plexus of the dog, *Anat Rec* 114:173–180, 1952.
- Bagshaw HS, Larenza MP, Seiler GS. (2009) A technique for ultrasound-guided paravertebral brachial plexus injections in dogs. *Vet Radiol Ultrasound*. 2009,50(6):649-54.
- Boysen SR1, Lisciandro GR (2013).The use of ultrasound for dogs and cats in the emergency room: AFAST and TFAST. *Vet Clin North Am Small Anim Pract*. 43(4):773-97
- Campoy L, Bezuidenhout Aj, Gleed Rd Et Al. (2010) Ultrasound-Guided Approach For Axillary Brachial Plexus, Femoral Nerve, And Sciatic Nerve Blocks In Dogs. *Vet Anaesth Analg* 37, 144–153.
- Campoy L, Martin-Flores M, Looney Al Et Al. (2008) Distribution Of A Lidocaine-Methylene Blue Solution Staining In Brachial Plexus, Lumbar Plexus And Sciatic Nerve Blocks In The Dog. *Vet Anaesth Analg* 35, 348–354
- Darouiche RO, Wall MJ, Jr., Itani KM et al. (2010) Chlorhexidine-alcohol versus povidone-iodine for surgical- site antisepsis. *N Engl J Med* 362, 18–26.
- Dutton RP, Eckhardt WF 3rd, Sunder N.(1994) Total spinal anesthesia after interscalene blockade of the brachial plexus. *Anesthesiology*. 80(4):939-41
- Ford DJ, Pither C, Raj PP (1984). Comparison of insulated and uninsulated needles for locating peripheral nerves with a peripheral nerve stimulator. *Anesth Analg*; 63(10):925-8.
- Gasser HS, Erlanger J (1929) Role of fiber size in establishment of nerve block by pressure and cocaine. *Am J Physiol* 88, 581–591
- Goerig M, Agarwal K. Georg Perthes (2000) The man behind the technique of nerve-tracer technology. *Reg Anesth Pain Med*;25:296-301.
- Guilherme S, Benigni L. (2008) Ultrasonographic Anatomy Of The Brachial Plexus And Major Nerves Of The Canine Thoracic Limb *Vet Radiol Ultrasound*, 49, 6. 577–583

- Greenblatt GM, Denson JS. Needle nerve-locator (1962) Nerve blocks with a new instrument for locating nerves. *Anesth Analg*; 41:599-601.
- Hofmeister Eh, Kent M, Read Mr (2007) Paravertebral Block For Forelimb Anesthesia In The Dog – An Anatomic Study. *Vet Anaesth Analg* 34, 139–142.
- Iff I, Moens Y. (2008) Two cases of bradyarrhythmia and hypotension after extradural injections in dogs. *Vet Anaesth Analg*. 35(3):265-9.
- Kestenbaum AD, Steuer M, Marano M.(1990) Doppler-guided axillary block in a burn patient. *Anesthesiology*; 73:586-7
- Kinirons B, Mimoz O, Lafendi L et al. (2001) Chlorhexidine versus povidone iodine in preventing colonization of continuous epidural catheters in children: a randomized, controlled trial. *Anesthesiology* 94, 239–244.
- Krobbuaban B, Diregpoke S, Prasan S et al. (2011) Alcohol-based chlorhexidine vs. povidone iodine in reducing skin colonization prior to regional anesthesia procedures. *J Med Assoc Thai* 94, 807–812.
- La Grange P du P, Foster PA, Pretorius LK. (1978) Application of the Doppler ultrasound bloodflow detector in supraclavicular brachial plexus block. *Br J Anaesth*; 50:965-7.
- Lemke KA, Creighton CM (2008) Paravertebral blockade of the brachial plexus in dogs. *Vet Clin North Am* 38, 1231–1241.
- Lemke Ka, Dawson Sd (2000) Local And Regional Anesthesia. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 30, 839–857.
- Liu FC, Liou JT, Tsai YF, Li AH, Day YY, Hui YL, Lui PW (2005) Efficacy of ultrasound-guided axillary brachial plexus block: a comparative study with nerve stimulator-guided method. *Chang Gung Med J*. 2005 Jun;28(6):396-402.
- Orebaugh SL, Williams BA, Kentor ML, Bolland MA, Mosier SK, Nowak TP (2009) Interscalene block using ultrasound guidance: impact of experience on resident performance 53(10):1268-74
- Rabozzi R, Armenise A, Franci P. (2013). Correlation of the ratio of caudal vena cava and aorta diameter (CVC/AO) with systolic pressure variation in anaesthetized dogs. Short communication London AVA Congress 10-13 April
- Riazi S, Carmichael N, Awad I, Holtby RM, McCartney CJ. (2008) Effect of local anaesthetic volume on the efficacy and respiratory consequences of ultrasound-guided interscalene brachial plexus block *Br J Anaesth.*; 101(4):549-56

Rioja E, Sinclair M, Chalmers H, Foster RA, Monteith G. (2012) Comparison of three techniques for paravertebral brachial plexus blockade in dogs. *Vet Anaesth Analg.* 2012 39(2):190-200.



## **Ringraziamenti**

*Ringrazio anzitutto la Prof.ssa Gloria Breggi e la Dott.ssa Angela Briganti, per avermi accolto “nuovamente” nel team di anestesia con tanto affetto e per condividere ogni giorno tutte le esperienze positive e negative riguardanti il lavoro e la vita personale. Questo vostro interagire crea un gruppo forte e compatto, necessario alla crescita personale e al conseguimento di buoni risultati.*

*Ringrazio le mie carissime amiche, alleate, strette collaboratrici Hamaseh Tayari e Flavia Evangelista per la pazienza e lo sforzo che dimostrano nella lotta quotidiana nel rispetto delle regole e della buona pratica anestesiológica.*

*Ringrazio la Prof.ssa Giulia Biagi che mi ha guidato, istruito e seguito accuratamente durante tutto il percorso burocratico della scuola di specializzazione; ringrazio il Direttore, Prof.ssa Daniela Gianfaldoni, senza la quale non avrei potuto concludere il mio percorso nei tempi didattici stabiliti.*

*Un ringraziamento particolare va a tutti gli studenti con cui ho lavorato, vecchi e nuovi, che con le loro domande e critiche rappresentano ogni giorno uno stimolo alla crescita professionale.*

*Ringrazio infine la mia famiglia, in particolar modo il mio compagno, che con il suo sorriso e l'eterno buon umore, rende i miei giorni e quelli di mio figlio pieni di felicità e tanta soddisfazione.*